

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-161309

(43)Date of publication of application : 04.06.2002

(51)Int.Cl.

C21G 7/06

C21C 7/04

(21)Application number : 2000-355478

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 22.11.2000

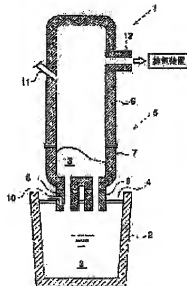
(72)Inventor : MATSUNO ELJU  
MURAI TAKESHI  
KOMATANI MASANORI  
AKAI SHINICHI  
SAKURAI EIJI

## (54) PRODUCTION PROCESS FOR STEEL WITH SUPERIOR CLEANLINESS

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a process that secures stable production of steel with superior cleanliness that contains a small amount of intermediates originated from deoxidization products.

**SOLUTION:** Aluminum is added to liquid steel 3 for deoxidation and after deoxidation is completed the liquid steel is agitated to reduce  $Al_2O_3$  produced in it, which is followed by addition of Mg into the liquid steel to control the conformation of intermediates so that the concentration of MgO is maintained at 20-40 mass% in the liquid steel. It is preferred to agitate deoxidized liquid steel at least 5 minutes or more.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-161309

(P2002-161309A)

(43) 公開日 平成14年6月4日 (2002.6.4)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	チーエド (参考)
C 21 C	7/06	C 21 C	4 K 013
	7/04	7/04	B

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特開2000-355478(P2000-355478)

(22) 出願日 平成12年11月22日 (2000.11.22)

(71) 出願人 000004123

日本钢管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 松野 英寿

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本钢管株式会社内

(72) 発明者 村井 剛

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本钢管株式会社内

(74) 代理人 100116230

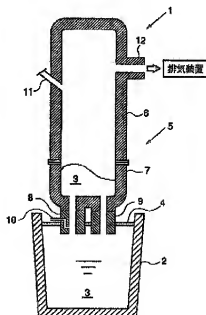
弁理士 中濱 泰光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 清浄性に優れた鋼の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 脱酸生成物を起源とする介在物が少なく、清浄性の優れた鋼を安定して製造する。

【解決手段】 溶鋼 3 に Al を添加して脱酸し、脱酸後、溶鋼を攪拌して溶鋼中に生成した Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を低減させ、次いで、溶鋼中の介在物の Mg O 濃度が 2.0~4.0 mass% になるように、溶鋼に Mg を添加して介在物の形態を制御する。その際、脱酸後の溶鋼の攪拌時間を 5 分間以上とすることが好ましい。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 溶銅にA1を添加して脱酸し、脱酸後、溶銅を攪拌して溶銅中に生成したA1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を低減させ、次いで、溶銅中の介在物のMgO濃度が2.0～4.0 mass%になるように、溶銅にMgを添加して介在物の形態を制御することを特徴とする清浄性に優れた鋼の製造方法。

【請求項2】 前記脱酸後の溶銅の攪拌時間を5分間以上とすることを特徴とする請求項1に記載の清浄性に優れた鋼の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、酸化物系非金属介在物の含有量が少なく、清浄性に優れた鋼の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、製鋼段階における取鋼精錬技術及び精造技術の進歩により、酸化物系非金属介在物（以下、「介在物」と記す）の少ない、清浄性に優れた鋼の製造が可能となっているものの、製鋼材料に要求される材料特性は、その使用用途の拡大や使用条件の苛酷化に伴い、従来に増して厳しいものとなっている。

【0003】 鋼中の介在物の起源は、脱酸生成物、スラグやモールドパウダーの混入、空気や取鋼内スラグによる溶鋼の再酸化等であり、そして、鋼中に残留する介在物は最終製品における欠陥の主たる原因となるため、従来、これらの介在物を除去及び無害化するために数多くの対策が行われてきた。

【0004】 脱酸生成物を除去し且つ無害化する方法として、例えば特開平3-47910号公報には、金属A1と共にCaO系の粉体を添加して脱酸し、脱酸生成物の形態をCaO-A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系に制御する方法が開示されている。同号公報によれば、脱酸生成物をCaO-A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系とすることで、脱酸生成物の浮上分離が促進して、介在物として残留する脱酸生成物量が減少すると共に、A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のようにクラスター化しないので、最終製品において欠陥が防止されるとしている。しかし、脱酸生成物をCaO-A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系とすると、必ずしも溶銅中から除去されるわけではなく、大きなものが鋼中に残留した時には品質の変化を招き、安定して高い清浄性が得られない。

【0005】 又、取鋼内スラグによる再酸化を防止する方法として、例えば特開平2-30711号公報には、取鋼内スラグにA1、Si等の脱酸剤を添加して取鋼内スラグのT、Fe濃度を5 mass%以下とする方法が開示されている。同号公報によれば、T、Fe濃度を5 mass%以下にすることで、溶鋼のスラグによる酸化が防止でき、最終製品での介在物による欠陥を抑えることができるとしている。しかし、この方法では、脱酸生成物の除去は困難であるため、鋼中介在物の絶対量を安定して低

減するまでには至っていない。尚、T、Feとはスラグ中の全ての鉄酸化物の鉄分の合計値である。

【0006】 一方で、特開平5-302112号公報では、Mg脱酸による薄鋼板の製造方法を開示しているが、A1脱酸を全く行わない方法であり、通常のA1脱酸鋼には適用できないばかりでなく、Mgの添加歩留まりが低いので、コスト上も不利である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来の介在物低減方法は、近年の厳しい要求に必ずしも対応できるものではなく、清浄性の優れた鋼を安定して製造することのできる介在物低減対策が切望されていた。

【0008】 本発明はかかる事情に鑑みなされたもので、その目的とするところは、脱酸生成物を起源とする介在物が少なくして清浄性の優れた鋼を安定して製造することのできる鋼の製造方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 第1の発明による清浄性に優れた鋼の製造方法は、溶銅にA1を添加して脱酸し、脱酸後、溶銅を攪拌して溶銅中に生成したA1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を低減させ、次いで、溶銅中の介在物のMgO濃度が2.0～4.0 mass%になるように、溶銅にMgを添加して介在物の形態を制御することを特徴とし、第2の発明による清浄性に優れた鋼の製造方法は、第1の発明において、前記脱酸後の溶銅の攪拌時間を5分間以上とすることを特徴とする。

【0010】 本発明者等は、A1キルド鋼の最終製品における介在物性欠陥を調査し、最終製品において介在物性欠陥となるのは、ある程度大きなクラスターを形成しているA1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>であり、クラスターを形成しない単独のA1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子は欠陥の原因とならないことを確認した。即ち、A1キルド鋼では脱酸時に脱酸生成物としてA1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が生成し、このA1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>がクラスター化し易いが、A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の形態を制御してクラスター化し難い形態とすることで、介在物性欠陥を低減することが可能となる。

【0011】 A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の形態を制御する元素としての条件は、A1の脱酸力と同等の脱酸力を有し、且つ溶銅中で安定的に存在することであるが、本発明者等は、この条件を満たす元素としてMgを選定し、そして、RH真空脱ガス装置を用い、A1脱酸後の溶銅攪拌時間及びMgの添加量を変更して、最終製品における介在物性欠陥の発生率を調査した（詳細説明は後述の実施例）。

【0012】 その結果、A1脱酸後に溶銅を攪拌し、その後、鋼中に残留する介在物中のMgO濃度が2.0～4.0 mass%となるように、Mgを溶銅に添加して介在物の形態を制御することで、最終製品での介在物性欠陥を大幅に低減できることが判明した。その際、A1脱酸後の溶銅攪拌時間を5分間以上確保することで、最終製品における介在物性欠陥が安定して低減することが判明し

た。  
 【0013】即ち、A1 脱酸後に溶銅を攪拌することで、脱酸生成物である  $Al_2O_3$  が酸炭素・合金として  $Al_2O_3$  の浮上分離が促進し、溶銅中の  $Al_2O_3$  の絶対量が低減する。特に、溶銅攪拌時間を5分間以上とすることで、溶銅中の  $Al_2O_3$  の絶対量が安定して低減する。そして、低減した  $Al_2O_3$  が Mg より効率良く形態制御されるので、最終製品での介在物性欠陥が防止される。但し、5分間未満の攪拌でも攪拌後度や Mg の添加量を増やすことによって同等の効果をj得ることは可能である。又、溶銅を攪拌する方法は、RH真空脱ガス装置による溶銅循環が効果的であるが、ランスによるガス吹き込みや電磁攪拌等も適用可能である。

【0014】尚、介在物中の Mg O 濃度が 2.0 mass% 未満及び 4.0 mass% を越える範囲において、介在物性欠陥の防止に効果が少ない理由は、2.0 mass% 未満では、介在物の形態制御が十分でなく、 $Al_2O_3$  のクラスターが発生するためであり、又、4.0 mass% を越える範囲は、生成する介在物の密度、融点、及び溶銅との濡れ性等が変化して浮上・分離性が低下するためと思われる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に基づき説明する。図1は、溶銅の成分調整手段、及び溶銅のガス攪拌手段として本発明で用いた RH 真空脱ガス装置の概略断面図である。

【0016】図1に示すように、RH 真空脱ガス装置1は、上部槽8及び下部槽7からなる真空槽5と、下部槽7の下部に設けた上昇側浸漬管8及び下降側浸漬管9とで、その基部が構成されている。上部槽8には、原料投入口11と、排気装置（図示せず）に接続するダクト12とが設けられ、又、上昇側浸漬管8には A r 吹き込み管10が設けられている。A r 吹き込み管10からは環流用 A r が上昇側浸漬管8内に吹き込まれる構造となっている。

【0017】このような構成の RH 真空脱ガス装置1における本発明の適用方法を以下に説明する。先ず、転炉や電気炉等で溶鉄を脱炭精錬して溶銅3を得、こうして得た溶銅3を収容する取銅2を真空槽5の直下に搬送する。取銅2内には炭酸精錬時のスラグ4が一部混入し、溶銅3の表面を覆っている。尚、スラグ4による溶銅3の酸化するのを防止して、より清浄性の優れた鋼を製造するために、出鋼後、取銅2内のスラグ4中に金属 A l や A l 灰等の脱酸剤、若しくは Ca O 系のフラックス、又は双方を添加し、スラグ4中の Fe O、Mn O 等の低級酸化物を予め還元しておくことが好ましい。

【0018】次いで、昇降装置（図示せず）にて取銅2を上昇させ、上昇側浸漬管8及び下降側浸漬管9を取銅2内の溶銅3に浸漬させる。そして、A r 吹き込み管10から上昇側浸漬管8内に A r を吹き込むと共に、真空槽5内の排気装置にて排気して真空槽5内を減圧する。

真空槽5内が減圧されると、取銅2内の溶銅3は、A r 吹き込み管10から吹き込まれる A r と共に上昇側浸漬管8を上昇して真空槽5内に流入し、その後、下降側浸漬管9を介して取銅2に戻る流れ、所謂、環流を形成して RH 真空脱ガス精錬が施される。その際に溶銅3は、吹き込まれた A r より真空槽5内で激しく攪拌されると共に、下降側浸漬管9から取銅2に戻る流れにより取銅2内でも攪拌される。

【0019】処理する鋼種の用途に従い、脱酸素、脱炭等の処理を施し、更に、必要により C、Si、Mn 等の成分を調整して、次いで、原料投入口11から真空槽5内の溶銅3に A l を添加して脱酸する。添加する A l は金属 A l や A l 合金等を使用し、A l 添加量は、脱酸後の溶銅3中に 0.01 mass% 以上の A l が残留する程度とする。

【0020】A l 添加後、RH 真空脱ガス精錬を継続して溶銅3を攪拌する。この攪拌時間即ち環流時間は5分間以上とすることが好ましい。その後、原料投入口11から Mg を溶銅3に添加する。添加する Mg は、金属 Mg や Mg 合金等を使用する。Mg の添加量は、介在物中の Mg O 濃度が 2.0 ~ 4.0 mass% になる範囲とし、具体的な目安としては Mg 純分として溶銅トンを当たり 0.01 ~ 0.5 kg 程度とすが、連続添加や分回添加等の Mg 添加方法、及び、添加時の真空槽5の真空度等の影響があり、更には取銅2の内張り耐火物の種類や連続鋳造設備のタンディッシュの内張り耐火物の種類等の操業条件により最適な添加量がこの範囲を外れることもあるので、予め Mg の添加量を変更した試験を行い、操業条件に最適な添加量を把握しておくことが必要である。

【0021】Mg 添加後、真空槽5内を大気圧に戻して RH 真空脱ガス精錬を終了し、その後、取銅2を次工程の連続鋳造設備や普通鋳造設備等の鋳造設備に搬出して溶銅3を鋳造する。尚、A l 脱酸の時期は RH 真空脱ガス精錬中に限るものではなく、取銅2への受鋼直後でも良い。又、受鋼直後と RH 真空脱ガス精錬との2回以上に分けて A l を添加しても良い。但し、2回以上に分けて A l を添加する場合、本発明でいう A l 脱酸とは、溶銅3中に 0.01 mass% 以上の A l が残留して溶解酸素が無くなった時点の A l 添加時期をいい、それ以降 A l 添加は A l の成分調整のためのものであり、A l 脱酸とはいわない。従って、例えば Mg を添加した後に調整用の A l を添加することは当然あり得ることである。

【0022】このようにして溶銅3を処理することで、脱酸生成物である  $Al_2O_3$  は、減少し、且つ、介在物は  $Al_2O_3$ 、系から  $Al_2O_3$ 、-Mg O 系に形態制御されるので、鋼中に残留する介在物の絶対量が少なくなると共に、残留する介在物がクラスター化せず、その結果、最終製品での介在物性欠陥を大幅に低減することが可能となる。

【0023】尚、上記説明では、RH 真空脱ガス装置1

を用いているが、溶溜3を処理する設備はR H真空脱ガス装置1に限るものではなく、D H真空脱ガス装置やV A D装置等の溶鋼攪拌機能を有する設備であれば何であっても、上記に準じて本発明を実施することができる。又、上記説明では、Mgを真空槽3内の溶溜3に添加しているが、Mgの添加方法は上記に限るものではなく、例えば、金属Mg粉やMg合金粉を鉄皮で被覆したワイヤーを溶溜3に侵入させつつ溶解する方法、所謂ワイヤーフーダー法であっても、本発明を実施することができる。

#### 【0024】

【実施例】図1に示すR H真空脱ガス装置を用い、A1脱酸後の溶鋼攪拌時間及びMgの添加量を変更した試験操業を合計24ヒート（試験No.1～24）行い、これらの操業条件が最終製品における介在物性欠陥の発生率に及ぼす影響を調査した。

【0025】試験操業は次のようにして行った。まず、溶鉄予備処理にて脱炭及び脱磷した溶鉄を上底吹き型転炉に装入して脱炭精錬し、C濃度が0.03～0.04 mass%、Si濃度が0.03～0.04 mass%、Mn濃度0.2～0.4 mass%、P濃度が0.01 mass%以下、S濃度が0.003 mass%以下の250トンの溶溜を取繰に出鋼した。その後、R H真空脱ガス装置におい

て試験条件及び製品欠陥発生率

試験 No.	供試鋼成分 (mass%)						A1脱酸後 の処理時間 (min)	MgO 濃度 (mass%)	欠陥 発生 率(%)	備考
	C	Si	Mn	P	S	Al				
1	0.003	0.06	0.33	0.006	0.002	0.03	3	25	0.6	比較例
2	0.002	0.07	0.33	0.006	0.002	0.04	10	25	0.05	実施例
3	0.003	0.06	0.33	0.006	0.002	0.03	3	10	0.6	比較例
4	0.002	0.06	0.33	0.007	0.003	0.02	4	20	0.2	比較例
5	0.001	0.06	0.32	0.006	0.002	0.03	5	20	0.03	実施例
6	0.002	0.07	0.32	0.006	0.003	0.03	10	15	0.2	比較例
7	0.002	0.07	0.33	0.007	0.001	0.04	15	45	0.2	比較例
8	0.002	0.07	0.33	0.007	0.001	0.04	6	10	0.3	比較例
9	0.03	0.20	0.54	0.007	0.002	0.04	12	5	0.4	比較例
10	0.04	0.21	0.54	0.007	0.002	0.03	4	35	0.5	比較例
11	0.04	0.22	0.54	0.007	0.003	0.03	8	15	0.2	比較例
12	0.03	0.21	0.55	0.007	0.003	0.02	6	40	0.07	実施例
13	0.04	0.20	0.55	0.006	0.003	0.02	8	50	0.2	比較例
14	0.04	0.20	0.56	0.006	0.003	0.03	4	10	0.3	比較例
15	0.03	0.21	0.54	0.007	0.003	0.04	8	0	0.5	比較例
16	0.03	0.21	0.54	0.006	0.002	0.02	8	30	0.07	実施例
17	0.11	0.23	0.59	0.007	0.001	0.03	4	20	0.3	比較例
18	0.10	0.24	0.56	0.007	0.002	0.02	8	20	0.05	実施例
19	0.12	0.25	0.56	0.005	0.003	0.03	3	40	0.7	比較例
20	0.10	0.23	0.56	0.007	0.002	0.04	12	15	0.5	比較例
21	0.11	0.22	0.55	0.009	0.002	0.03	15	35	0.2	比較例
22	0.10	0.25	0.56	0.007	0.003	0.03	2	30	0.3	比較例
23	0.12	0.24	0.55	0.007	0.001	0.04	4	20	0.4	比較例
24	0.11	0.25	0.54	0.006	0.002	0.02	5	40	0.05	実施例

【0029】図2は、24ヒートの全ての試験操業における介在物中のMgO濃度と介在物性欠陥の発生率との関係を示す図であるが、図2に示すように、欠陥発生率を0.1%以下とするためには、少なくとも介在物中のMgO濃度を20～40 mass%の範囲に制御する必要があることが分かった。但し、介在物中のMgO濃度が2

0～40 mass%であっても、欠陥発生率が0.1%以下になる試験操業が見られた。

【0026】A1脱酸後、更に2～15分間溶溜を循環させ、次いで、Fe-Si-Mg系のMg合金を添加した。Mg合金の添加量を変更することで、結果的に介在物中のMgO濃度は5～55 mass%になった。Mg合金の添加直後、R H真空脱ガス装置における精錬を終了した。尚、試験No.15ではMg合金を添加していない。

【0027】その後、連続造機でスラブに铸造し、得られたスラブを最終製品である鋼板に圧延し、鋼板にて介在物性欠陥の発生率を調査した。同時に鋼板から試料を切り出し研磨して、光学顕微鏡及び電子顕微鏡を用いて介在物の組成と清浄性を調査した。表1に、24ヒートの試験操業の鋼板の成分、A1脱酸後の循環時間、介在物中のMgO濃度、及び鋼板での介在物性欠陥の発生率を示す。尚、介在物性欠陥の発生率とは、介在物性欠陥の発生した鋼板の枚数比率であり、本発明では、介在物性欠陥の発生率の合格基準を0.1%以下とした。

#### 【0028】

【表1】

0～40 mass%であっても、欠陥発生率が0.1%以下になる試験操業が見られた。

【0030】そこで、介在物中のMgO濃度が20～40 mass%の13ヒートの試験操業において、A1脱酸後のMg合金を添加するまでの循環時間の欠陥発生率に及ぼす影響を調査した。図3にその調査結果を示す。図3

に示すように、本操業条件下においてはA1脱酸後に5分以上溶銅を攪拌してからMg合金を添加した試験操業では、介在物性欠陥が0.1%以下になることが分かった。

【0031】このように、A1脱酸してから5分以上溶銅をガス攪拌し、次いで、介在物中のMgO濃度が20~40mass%になるように、Mgを添加することで最終製品での介在物性欠陥を安定して抑えられることが判明した。尚、表1の備考欄に、本発明の範囲内の試験操業を実施例とし、その他の試験操業を比較例として表示した。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、脱酸生成物であるA1、O<sub>2</sub>が減少し、且つ、介在物はA1、O<sub>2</sub>系からA1、O<sub>2</sub>、MgO系に形態制御されるので、鋼中に残留する介在物の絶対量が少なくなると共に、残留する介在物がクラスター化せず、最終製品での介在物性欠陥を大幅に低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

\* 【図1】本発明に用いたRH真空脱ガス装置の縦断面概略図である。

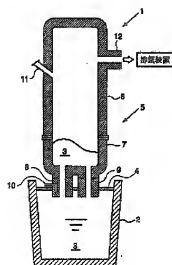
【図2】介在物中のMgO濃度と介在物性欠陥の発生率との関係を示す図である。

【図3】A1脱酸後の攪拌時間と介在物性欠陥の発生率との関係を示す図である。

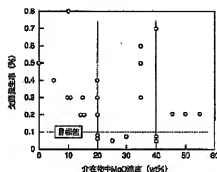
【符号の説明】

- 1 RH真空脱ガス装置
- 2 取鍋
- 3 溶銅
- 4 スラグ
- 5 真空槽
- 6 上部槽
- 7 下部槽
- 8 上昇側送液管
- 9 下降側送液管
- 10 Ar吹き込み管
- 11 原料投入口
- 12 ダクト

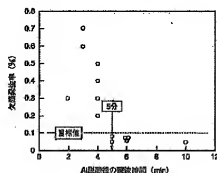
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 粕谷 昌紀

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本網管株式会社内

(72)発明者 赤井 真一

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本網管株式会社内

(72)発明者 横井 栄司

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本網管株式会社内

Fターム(参考) 4K013 AA07 BA08 BA14 CA02 CB01

CB02 CC01 CC06 CE01 CE02

CE05 CE06 CF01 CF13 DA03

DA05 DA09 DA12 DA13 EA03

EA05 FA39 FA24 FA02